

## Evaluasi Nilai Nutrisi dan Kecernaan *In Vitro* Pelepah Kelapa Sawit (*Oil Palm Fronds*) yang Difermentasi Menggunakan *Aspergillus niger* dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang Berbeda

(The evaluation of nutritive value and *In Vitro* digestibility of oil palm fronds through fermentation by using *Aspergillus niger* with different soluble carbohydrate sources)

Sitti Wajizah<sup>1</sup>, Samadi,<sup>1</sup> Yunasri Usman<sup>1</sup>, dan Elmy Mariana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Ilmu Makanan Ternak Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

<sup>2</sup>Laboratorium Ilmu Reproduksi dan Pemuliaan Ternak Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

**ABSTRACT** Oil palm frond (OPF) is one of potential sources of alternative feed, but has limited use due to high crude fiber and low crude protein contents. Fermentation is one of the methods widely applied to improve nutritive value of animal feed. The purpose of this research is to increase nutritive value of fermented oil palm fronds by adding different soluble carbohydrate source into fermentation media. The results of the experiments indicated that fermented oil palm fronds by *Aspergillus niger* had a significant effect ( $P < 0,05$ ) on the content of crude protein, crude fiber, and ash.

Generally, fermented oil palm fronds with different soluble carbohydrate was able to increase the content of crude protein of oil palm fronds, but not optimal yet in reducing the crude fiber content of fermented substrate. However, the addition of rice bran on the fermentation medium showed the best results, characterized by increasing crude protein and decreasing crude fiber contents as well as improved dry matter and organic matter digestibility, reflected in high concentration of VFA.

**Keywords:** Oil palm fronds, fermentation, *Aspergillus niger*, soluble carbohydrate, nutritive value, *In Vitro* digestibility

2015 Agripet : Vol (15) No. 1 : 13-19

### PENDAHULUAN

Pakan adalah suatu sendi penting proses perbaikan populasi dan produktivitas ternak, dan pemanfaatan limbah pertanian secara optimal sebagai bahan pakan adalah pilihan strategis dan bijak (Anonim, 2006). Pelepah sawit merupakan salah satu limbah perkebunan hasil pemangkasan kelapa sawit yang kurang mendapat perhatian oleh petani. Besarnya jumlah pelepah yang dihasilkan perkebunan setiap tahunnya menjadikan pelepah sawit sebagai sumber pakan berserat yang menjanjikan bagi ruminansia (Hassan *et al.*, 2013).

Kawamoto *et al.* (2001) melaporkan, kandungan serat kasar pelepah sawit mencapai 70%, sedangkan kandungan karbohidrat terlarut dan protein kasar masing-masing hanya 20% dan 7% (Dahlan, 2000). Kandungan

lignin pelepah sawit mencapai 20% dari biomassa kering, sehingga merupakan pembatas utama dalam penggunaan pelepah sawit sebagai pakan ternak (Rahman *et al.*, 2011).

Pemberian pakan yang berkualitas rendah dengan kandungan lignin yang tinggi, akan menyebabkan kondisi dan fungsi rumen kurang baik, sehingga diperlukan teknologi untuk memperbaikinya. Fermentasi merupakan salah satu teknologi untuk meningkatkan kualitas pakan asal limbah, karena keterlibatan mikroorganisme dalam mendegradasi serat kasar, mengurangi kadar lignin dan senyawa anti nutrisi, sehingga nilai kecernaan pakan asal limbah dapat meningkat (Wina, 2005).

*Aspergillus niger* merupakan salah satu spesies kapang dari genus *Aspergillus* yang tidak menghasilkan mikotoksin sehingga tidak membahayakan. *A. niger* paling banyak digunakan sebagai starter dalam proses fermentasi bahan pakan limbah, karena di

---

Corresponding author : [alwajiz@yahoo.com](mailto:alwajiz@yahoo.com)

samping tidak membahayakan juga mudah dikembangkan (Gras, 2008). Berbagai enzim dihasilkan oleh kapang *A. niger* seperti: enzim mannase, selulase dan enzim-enzim pemecah karbohidrat lainnya sehingga selama fermentasi, kapang ini mampu mendegradasi serat. Kapang ini dapat tumbuh dengan memanfaatkan urea dan campuran mineral lainnya sehingga dapat meningkatkan kadar protein kasar (Kompang *et al.*, 1994).

Simanihuruk *et al.* (2008) menyatakan, keberhasilan proses fermentasi dapat berjalan dengan baik bila tersedia karbohidrat terlarut yang cukup. Kandungan gula bahan merupakan energi penting bagi pengembangan kapang selama proses fermentasi. Pada fase awal, enzim yang bekerja dalam proses respirasi pada bahan mengoksidasi karbohidrat yang terlarut, menghasilkan panas dan menggunakan gula yang siap pakai untuk proses fermentasi. Kehilangan gula pada proses respirasi merupakan hal yang menyulitkan untuk proses fermentasi selanjutnya. Penelitian ini bertujuan memperoleh informasi tentang penambahan sumber karbohidrat terlarut yang paling sesuai pada media fermentasi menggunakan *A. niger*, untuk meningkatkan kualitas nutrisi substrat pelepah sawit.

## MATERI DAN METODE

Materi utama yang digunakan adalah pelepah kelapa sawit sebagai substrat, starter *Aspergillus niger*, sumber karbohidrat terlarut yaitu tepung sagu, tepung beras, bekatul, dan jagung giling. Bahan tambahan yang digunakan adalah urea dan molases.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 15 unit perlakuan. Fermentasi substrat pelepah sawit dengan *A. niger* mendapat perlakuan penambahan sumber karbohidrat terlarut yang terdiri atas: FK (kontrol, tanpa penambahan karbohidrat terlarut); FTS (penambahan tepung sagu); FTB (penambahan tepung beras); FDH (penambahan dedak halus); FGJ (penambahan jagung giling).

## Prosedur penelitian

Fermentasi dilakukan menurut metode Sugiyono (2008) yang telah dimodifikasi. Pelepah sawit yang telah dicacah dan dikeringkan hingga kadar air 10% ditimbang sebanyak 40 gr/sampel, dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Selanjutnya kantong plastik yang berisi sampel diikat dan disterilisasi menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 20 menit.

Setelah sterilisasi sampel diangkat dan didinginkan, selanjutnya dipindahkan ke masing-masing baki plastik. Dilakukan penambahan 10% sumber karbohidrat terlarut dan 2% urea ke masing-masing baki menurut perlakuan, dan diaduk kembali sampai homogen. Kemudian ditambahkan starter *A. niger* sebanyak 3% dari bahan kering substrat dan diaduk sampai homogen.

Selanjutnya ditambahkan akuades bersama 5% molases dari bahan kering substrat hingga kadar air substrat mencapai 80%, dan diaduk lagi sampai homogen. Baki kemudian ditutup menggunakan *wrapping plastic* yang dilubangi untuk sirkulasi udara, selanjutnya difermentasi selama 15 hari.

Setelah fermentasi berakhir, sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C. Selanjutnya sampel dianalisis kandungan protein kasar, serat kasar, bahan kering, dan abu (AOAC, 1990). Sebagian sampel digunakan untuk uji pencernaan secara *in vitro* yang dilakukan menurut metode Tilley dan Terry (1963) dengan inkubasi selama 24 jam, dan dilanjutkan pencernaan pasca rumen dengan penambahan pepsin selama 24 jam berikutnya. Percobaan *in vitro* dilakukan untuk mengukur pH cairan rumen, konsentrasi N-NH<sub>3</sub>, VFA total dan parsial cairan rumen, pencernaan bahan kering (KCBK), dan pencernaan bahan organik (KCBO) (Soejono, 1991).

Pengukuran pH cairan rumen dilakukan pada setiap akhir inkubasi dengan menggunakan pH meter. Konsentrasi VFA total ditentukan dengan metode destilasi uap, sedangkan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> ditentukan dengan teknik Microdifusi Conway (General Laboratory Procedure, 1966).

## Analisis data

Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan atau *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Nutrisi Substrat Pelepah Sawit Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata ( $P>0,05$ ) akibat penambahan sumber karbohidrat yang berbeda pada media fermentasi terhadap kandungan bahan kering substrat (Tabel 1). Namun demikian, proses fermentasi mengakibatkan peningkatan kadar bahan kering substrat pelepah sawit, berkisar antara 12,84 – 29,42% (analisis proksimat substrat sebelum fermentasi dilakukan secara simplo (tanpa ulangan), sehingga tidak diolah secara statistik). Rendahnya kehilangan air pada penambahan dedak halus karena dedak memiliki serat kasar yang relatif tinggi yaitu 4.9 % (Luh, 1991) dibandingkan sumber karbohidrat lain yang kaya pati yang digunakan pada penelitian ini. Bahan pakan berserat lebih mudah mengikat air, sehingga air bebas berkurang dan mencegah terjadinya evaporasi. (Tabel 2).

Peningkatan kadar bahan kering substrat pada fermentasi jenis padat karena *A. niger* menyerap air untuk pertumbuhannya, sehingga semakin lama waktu fermentasi kondisi substrat semakin kering. Substrat padat bertindak sebagai sumber karbon, nitrogen, mineral, faktor-faktor penunjang pertumbuhan dan memiliki kemampuan untuk menyerap air. Kadar air pada media padat berkisar 12-60% (Tayildizi *et al.*, 2007). Rataan kandungan nutrisi substrat pelepah sawit setelah fermentasi serta perbandingannya dengan kandungan nutrisi sebelum fermentasi dapat dilihat masing-masing pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Penambahan sumber karbohidrat terlarut pada media fermentasi berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap kandungan protein kasar substrat (Tabel 1). Kandungan protein kasar mengalami peningkatan pada semua perlakuan. Kandungan protein kasar tertinggi ditunjukkan pada penambahan dedak halus, yang meningkat hingga 33,75%. Peningkatan

ini ditunjang oleh kandungan protein kasar dedak halus yang cukup baik (10,8%), disamping kaya kandungan vitamin dan mineral yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk tumbuh optimal dan beraktivitas dalam sintesis protein mikroba (Luh, 1991). Selama proses fermentasi, terjadi pertumbuhan kapang dan pembentukan protein mikrobial hasil metabolisme dari kapang sehingga terjadi peningkatan kadar protein substrat (Sembiring, 2006).

Tabel 1. Rataan Kandungan Bahan Kering (BK), Protein Kasar (PK), Serat Kasar (SK), dan Abu Substrat Fermentasi dengan Penambahan Sumber Karbohidrat Berbeda

Perlakuan	BK (%)	PK (%)	SK (%)	Abu (%)
FK	27,46 ±0,98	12,03 <sup>b</sup> ±0,08	21,92 <sup>a</sup> ±0,44	14,59 <sup>a</sup> ±0,10
FTS	27,40±0,62	11,16 <sup>b</sup> ±0,44	19,85 <sup>b</sup> ±0,86	13,45 <sup>b</sup> ±0,42
FTB	27,71±0,67	12,72 <sup>ab</sup> ±0,22	19,45 <sup>b</sup> ±0,51	13,44 <sup>b</sup> ±0,15
FDH	26,74±0,17	13,25 <sup>a</sup> ±0,10	18,26 <sup>b</sup> ±0,24	14,55 <sup>a</sup> ±0,34
FJG	26,46±0,26	12,34 <sup>b</sup> ±0,03	18,66 <sup>b</sup> ±0,18	14,02 <sup>ab</sup> ±0,15

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P<0,05$ ) FK (Kontrol); FTS (Tepung sagu); FTB (Tepung beras); FB (Bekatul); FGJ (Jagung giling)

Tabel 2. Rataan Kandungan Bahan Kering (BK), Protein Kasar (PK), Serat Kasar (SK), dan Abu Substrat Sebelum dan Sesudah Fermentasi (%).

Perlakuan	BK		PK		SK		Abu	
	SBF	SSF	SBF	SSF	SBF	SSF	SBF	SSF
FK	22,11	27,46	9,61	12,03	21,78	21,92	11,98	14,59
FTS	21,78	27,40	10,40	11,16	18,50	19,85	11,43	13,45
FTB	21,41	27,71	10,44	12,72	21,39	19,45	10,87	13,44
FDH	23,70	26,74	9,92	13,25	19,55	18,26	11,57	14,55
FJG	22,19	26,46	10,67	12,34	20,65	18,66	11,42	14,02

Keterangan: FK (Kontrol); FTS (Tepung sagu); FTB (Tepung beras); FB (Bekatul); FGJ (Jagung giling) SBF (Sebelum fermentasi); SSF (Sesudah fermentasi)

Kandungan serat kasar juga berbeda nyata ( $P<0,05$ ) akibat penambahan sumber karbohidrat pada media fermentasi. Pada penambahan sumber karbohidrat terlarut didapat kandungan serat kasar yang secara nyata ( $P<0,05$ ) lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol. Kecuali pada kontrol dan penambahan tepung sagu, penambahan karbohidrat terlarut dapat menurunkan kandungan serat kasar antara 6,61-9,64%. Tercukupinya sumber energi selama proses fermentasi berlangsung, digunakan mikroba untuk kebutuhan hidupnya sehingga meningkatkan kinerjanya dalam mendegradasi serat kasar substrat (Harry, 2007).

Selain pada perlakuan kontrol, kandungan abu tertinggi terdapat pada penambahan dedak halus, yang berbeda nyata ( $P<0,05$ ) dibandingkan dengan penambahan tepung sagu dan tepung beras. Hal ini karena, dedak halus kemungkinan tercampur dengan sekam yang mengandung lignin dan silika. Kadar abu mempunyai hubungan yang positif dengan kadar serat kasar. Tingginya kandungan serat kasar akan berpengaruh positif terhadap besarnya kadar abu. Meskipun dipandang dari segi nutrisi kandungan abu tidak begitu penting, namun dalam analisis proksimat data abu diperlukan untuk menghitung atau mengukur nilai BETN (bahan ekstrak tanpa N) (Pond *et al.*, 1995 dan Wibowo, 2010).

### Evaluasi Kecernaan *In Vitro* Substrat Pelepeh Sawit Fermentasi

Kisaran pH rumen yang optimal untuk proses selulolisis, proteolisis, dan deaminasi berkisar antara 6-7. Degradasi pakan serat berlangsung optimal pada pH 6,5 sampai 6,8, apabila nilai pH turun di bawah 6,2 aktivitas bakteri selulolitik mulai terganggu. Penurunan nilai pH berkorelasi dengan meningkatnya N mikroba, serta meningkatnya konsentrasi VFA total dan parsial (Arora, 1989; Alltech 2012).

Status pH rumen *in vitro* akibat perlakuan berada pada tingkat optimal, berkisar antara 6.80 sampai 6.90 (Tabel 3). Hasil sidik ragam memperlihatkan tidak ada perbedaan nyata ( $P>0,05$ ) pada nilai pH antar perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan rumen berada dalam keadaan seimbang, sehingga proses fermentasi dapat berjalan dengan baik. Rataan nilai pH, N-NH<sub>3</sub>, VFA Total dan Kecernaan *in vitro* tersaji pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rataan Nilai pH, Kecernaan Bahan Kering (KCBK), Kecernaan Bahan Organik (KCBO), N-NH<sub>3</sub>, dan VFA Total *in vitro*

Perlakuan	pH	KCBK (%)	KCBO (%)	N-NH <sub>3</sub> (mM)	VFA Total (mM)
FK	6,80±0,06	22,28 <sup>b</sup> ±0,05	18,47 <sup>b</sup> ±0,54	4,70±0,23	62,15 <sup>b</sup> ±5,93
FTS	6,83±0,03	24,25 <sup>a</sup> ±0,47	21,70 <sup>a</sup> ±0,33	6,33±0,43	96,58 <sup>a</sup> ±9,57
FTB	6,87±0,03	20,95 <sup>c</sup> ±0,44	17,21 <sup>b</sup> ±0,54	5,94±0,19	75,25 <sup>ab</sup> ±3,66
FDH	6,87±0,03	25,23 <sup>a</sup> ±0,17	21,88 <sup>a</sup> ±0,21	5,79±0,85	90,85 <sup>a</sup> ±6,29
FJG	6,90±0,00	22,08 <sup>b</sup> ±0,45	18,26 <sup>b</sup> ±0,54	5,96±0,45	77,20 <sup>ab</sup> ±7,27

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P<0,05$ ) FK (Kontrol); FTS (Tepung sagu); FTB (Tepung beras); FB (Bekatul); FGJ (Jagung giling)

Amonia (N-NH<sub>3</sub>) merupakan produk utama dari proses deaminasi asam amino, dan kecukupannya dalam rumen untuk memasok sebagian besar N untuk pertumbuhan mikroba merupakan prioritas utama dalam mengoptimalkan fermentasi hijauan (Wallace & Cotta 1988; Leng 1990). Tabel 3 memperlihatkan konsentrasi amonia setelah inkubasi 6 jam, yang berbeda tidak nyata ( $P>0,05$ ) pada semua perlakuan dan berada pada kisaran optimum yaitu 6-30 mg/dL atau 4-21 mM (Yuan *et al.* 2010). Hal ini menunjukkan, semua perlakuan memberikan efisiensi penggunaan amonia yang sama.

Amonia merupakan sumber N bagi pertumbuhan bakteri, bahkan 80% bakteri

dapat tumbuh dengan amonia sebagai satu-satunya sumber N. Ketersediaan VFA dan amonia yang cukup dapat meningkatkan sintesis protein mikroba. Turunnya konsentrasi amonia dalam cairan rumen selain mencerminkan proses fermentasi yang berjalan baik, juga menunjukkan penurunan asupan N atau turunnya degradasi protein (Baldwin 1995; Ramos *et al.* 2009).

Fermentasi dalam rumen menghasilkan asam lemak terbang atau *volatile fatty acids* (VFA) sebagai produk utama untuk menyediakan energi dan karbon untuk pertumbuhan dan mempertahankan kehidupan komunitas mikroba. Jumlah VFA yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh pencernaan

serta kualitas ransum yang difermentasi (Hvelplund 1991; Baldwin 1995). Konsentrasi VFA total setelah inkubasi 6 jam berbeda antar perlakuan ( $P < 0,05$ ), berkisar antara 62,15-96,58 mM. VFA yang dihasilkan pada semua perlakuan berada pada kisaran optimum bagi pertumbuhan mikroba dan sistem rumen, yaitu 60-120 mM (Waldron *et al.*, 2002). Persentase VFA memegang peranan penting dalam produksi ternak, dan terkait langsung dengan komposisi pakan. Tingginya produksi VFA yang diikuti rendahnya konsentrasi amonia mencerminkan efisiensi penggunaan amonia oleh bakteri untuk sintesis protein mikroba dan pertumbuhan. Induk semang memanfaatkan VFA sebagai sumber energi, sedangkan bakteri sendiri memanfaatkannya sebagai sumber karbon (Dönmez *et al.*, 2003).

Besarnya pencernaan pakan di dalam rumen dipengaruhi oleh komposisi kimia pakan terutama kandungan serat dan protein, dan kondisi fermentasi meliputi pH,  $N-NH_3$ , dan VFA yang mendukung terjadinya pencernaan pakan selama proses fermentasi. Kandungan serat yang lebih rendah menyebabkan pencernaan bahan kering lebih tinggi. Tingkat pencernaan pakan dapat digunakan sebagai indikator kualitas pakan. Semakin tinggi pencernaan bahan kering dan bahan organik pakan semakin tinggi nutrient yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak (Syahrir, 2009).

Pada penelitian ini, penambahan karbohidrat terlarut berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai KCBK dan KCBO substrat fermentasi. Nilai KCBK dan KCBO tertinggi terdapat pada penambahan dedak halus. Hal ini diduga karena terjadinya keseimbangan ketersediaan nutrient dalam media *in vitro*, khususnya sumber energi, sehingga menghasilkan pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen yang optimum dalam mencerna pakan. Hasil ini didukung oleh tingginya produksi VFA pada kedua perlakuan tersebut, yang mencerminkan proses fermentasi berjalan dengan baik.

Parakkasi (1999) menyatakan, nilai KCBO erat kaitannya dengan nilai KCBK, karena bahan kering terdiri atas bahan organik dan anorganik. Penurunan nilai KCBK akan mengakibatkan penurunan nilai KCBO,

demikian juga sebaliknya. Turunnya kandungan bahan organik pada proses fermentasi akibat terjadi perombakan bahan organik (terutama karbohidrat) yang dijadikan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme (Fardiaz, 1992).

## KESIMPULAN

Penambahan berbagai sumber karbohidrat terlarut pada substrat pelepah sawit yang difermentasi menggunakan kapang *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kandungan protein kasar pada semua perlakuan, namun belum optimal dalam menurunkan kandungan serat kasar substrat. Penambahan tepung sagu dan dedak halus dapat meningkatkan nilai KCBK dan KCBO seiring dengan meningkatnya VFA total sebagai indikator kualitas pakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Syiah Kuala, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membiayai kegiatan ini melalui Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Tahun Anggaran 2014 Nomor: 145/UN 11.2/LT/SP3/2014 tanggal 26 Mei 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu Hassan, O., Ishida, M, Shukri, IM, and Tajuddin, ZA. Oil-palm fronds as a roughage feed source for ruminants in Malaysia.  
[http://www.fao.org/prods/gap/database/gap/files/1280\\_OIL\\_PALM\\_FRONDS\\_RUMINANTS\\_IN\\_MALASYIA.PDF](http://www.fao.org/prods/gap/database/gap/files/1280_OIL_PALM_FRONDS_RUMINANTS_IN_MALASYIA.PDF). Diakses tanggal 22 Maret 2013.
- Alltech, 2012. Asidosis. [Terhubung berkala]. [www.alltech.com/animal\\_nutrition/beef\\_cattle/challenges/beef\\_cattle\\_acidosis](http://www.alltech.com/animal_nutrition/beef_cattle/challenges/beef_cattle_acidosis). Diunduh 05/02/2012
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytic Chemists. Arlington, VA.

- Arora, SP., 1989. *Pencernaan Mikroba pada Ruminansia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Baldwin, RL., 1995. *Modeling Ruminant Digestion and Metabolism*. Chapman & Hall, London.
- Dahlan, I., 2000. Oil palm frond, a feed for herbivores. Asian-Aus. J. Anim. Sci. Supplement C: 300-303. Dönmez, N., Karsli, MA., Çinar, A., Aksu, T. dan Baytok, E., 2003. The effects of different silage additives on rumen protozoan number and volatile fatty acids concentration in sheep fed corn silage. *Small Ruminant Res.* 48;227-231.
- Fardiaz, S., 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- General Laboratory Procedures, 1966. Department of Dairy Science. University of Wisconsin. Madison.
- Gras, 2008. *Aspergillus niger*. <http://www.cfsan.fda.gov/~rdb/opa-gras.html>). Diakses tanggal 15 Februari 2013.
- Harry, T.U., 2007. *Peningkatan Nilai Nutrisi Ampas Sagu (Metroxylon Sp.) Melalui Bio Fermentasi*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua Barat, Manokwari
- Hvelplund, T., 1991. Volatile fatty acids and protein production in the rumen. Di dalam: Jouany JP, editor. *Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion*. INRA, Paris.
- Kawamoto, H., Mohamed, WZ, Shukur, NIM., Ali, MSM, Ismail, Y. and Oshio, S. 2001. Palatability, digestibility, and voluntary intake of processed oil palm fronds in cattle. *JARQ* 35(3); 195-200.
- Kompiang, IP, Haryati, T, dan Darma, J., 1994. Nilai gizi dari singkong yang diperkaya protein: Cassapro. *Ilmu dan Peternakan* 7(2): 22-25.
- Leng, RA., 1990. Factors affecting the utilization of 'poor quality' forages by ruminants particularly under tropical condition. Di dalam: *Nutrition Research Reviews*. Vol 3. Smith RH, editor. Cambridge University Press, Cambridge.
- Luh, B., 1991. *Rice Utilization* Vol II. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Parakkasi, A., 1999. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Pond, WG, Church, DC. and Pond KR. 1995. *Basic animal nutrition and feeding*. 4<sup>th</sup> ed. John Willey and Sons, Canada.
- Rahman, MM., Lourenco M, Hassim HA, Boars JJP, Sonnenberg ASM, Cone JW, De Boever J, and Fievez V. 2011. Improving ruminal degradability of oil palm fronds using white rot fungi. *Anim. Feed. Sci. and Tech.* Vol. 169, Issues 3-4. Pages. 157-166.
- Ramos S, Tejido ML, Martinez ME, Ranilla MJ, Carro MD. 2009. Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and nitrogen balance in sheep fed diets varying in forage-to-concentrate ratio and type of forage. *J Anim Sci* 87:2924-2934.
- Sembiring, P., 2006. Biokonversi limbah pabrik minyak inti sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan implikasinya terhadap performans ayam broiler. Disertasi. Universitas Padjajaran, Bandung.
- Simanihuruk, K., Junjungan, dan Ginting, SP., 2008. Pemanfaatan silase pelepah kelapa sawit sebagai Pakan Basal Kambing Kacang Fase Pertumbuhan. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Hal. 446-455.
- Soejono M. 1996. Analisis dan Evaluasi Pakan. Petunjuk Laboratorium. Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta.
- Sugiyanti, M., 2013. Pengaruh jenis vitamin dan sumber nitrogen dalam peningkatan kandungan protein kulit

- ubi kayu melalui proses fermentasi. Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
- Sugiyono, 2008. Kadar protein dan serat kasar ampas sagu (*Metroxylon Sp*) terfermentasi dengan lama pemeraman yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Ikoma*. UNDARIS, Ungaran.
- Syahrir, S., 2009. Potensi daun murbei dalam meningkatkan nilai guna jerami padi sebagai pakan sapi potong. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Tanyildizi, MS, Dursun O, Murat E. 2007. Production of bacterial amylase by *B. amyloliquefaciens* under solid substrate fermentation. *Biochemical Engineering Jurnal*. Vol. 37; 294-297.
- Tilley, JMA and Terry RA. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J Br Grassl Soc* 18:104-109.
- Waldron, MR. *et al.*, 2002. Volatile fatty acids metabolism by epithelial cells isolated from different areas of the ewe rumen. *J of Anim Sci*. 80: 270-278.
- Wallace, R.J., Cotta, MA., 1988. Metabolism of nitrogen-containing compounds. Di dalam: Hobson PN, editor. *The Rumen Microbial Ecosystem . Appl. Sci*. London.
- Wibowo, A.H., 2010. *Pendugaan Nutrient Dedak Padi Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisik*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Wina, E., 2005. Teknologi pemanfaatan mikroorganisme dalam pakan untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia di Indonesia. Sebuah review. *Wartazoa* Vol. 15 No. 4. Hal. 173-186.
- Yuan, Z.Q, *et al.*, 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a non ionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. *J Anim Sci* 88:3984-3991.